高周波位相変調光を用いた動的変位計測

—MHz 振動 PZT の瞬時変位測定

Dynamic displacement measurement using high-frequency optical phase modulation:

Measurement of instantaneous displacement for PZT vibration in the order of 1 MHz

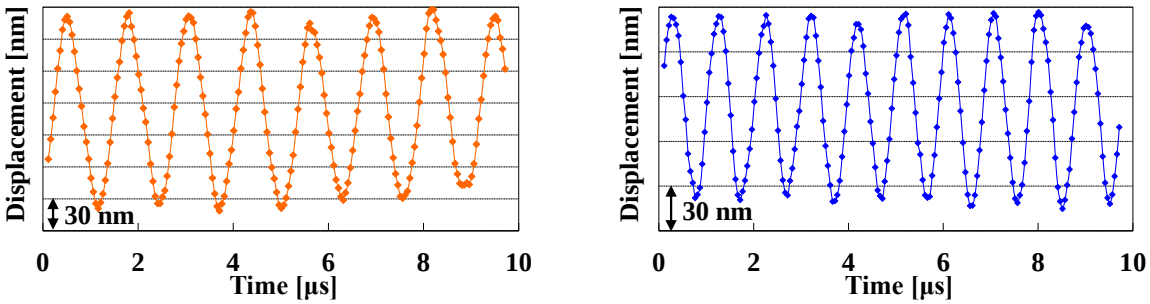
農工大工 [1],国立天文台 [2], ○木村 亮祐 [1], 土屋 光揮 [1], 田中 洋介 [1], 黒川 隆志 [2,1]

Tokyo Univ. of Agri. & Tech[1]., NAOJ[2], ○Ryosuke Kimura[1], Koki Tsuchiya[1], Yosuke Tanaka[1], Takashi Kurokawa[2,1]

E-mail:tyosuke@cc.tuat.ac.jp

微小で高周波な振動の瞬時変位を正確に計測する技術は、マイクロマシン等のデバイス評価や、内耳等の生体器官の機能解明に貢献できる。我々は、参照光を高速位相変調した干渉計による動的変位測定を提案している[1-4]。本手法は、干渉信号が極小値となる時刻の追跡だけで、簡便かつ精密に変位の時間変化を測定できる。これまで、ニオブ酸リチウム(LN)位相変調器を疑似振動装置とした精密な誤差評価を行い、周波数 10 MHz 以上、振幅数 10 nm の振動に対する瞬時変位測定で、誤差 1 nm を達成している。当初、干渉信号から変位を導出する際、LN 位相変調器の半波長電圧 V_π を用いていた[1]。しかし、最近、変調度の深い三角波位相変調により、V_π の事前測定が不要な手法を考案し、疑似振動装置により原理を確認した[2,4]。この結果を踏まえ、今回の検討では、実物体として圧電素子(PZT)に取り付けたミラーの振動変位を計測した。本実験では、20 MHz の三角波で、参照光路の LN 位相変調器を駆動し深い位相変調をかけた。プローブ光路の PZT ミラーは、周波数 780 kHz、および 1.031 MHz の正弦波で駆動した。Fig.1 に、各周波数における変位の時間変化について、測定結果を示す。PZT への印加信号の周波数が 780 kHz のとき、平均周波数 779 kHz、平均振幅 85.5 nm の振動変位波形が観測された。また、PZT への印加周波数が 1.031 MHz のときは、平均周波数 1.032 MHz、平均振幅 61.2 nm の振動変位波形が観測された。どちらの測定でもほぼ印加周波数通りの変位波形が得られている。このことから、本手法が MHz オーダーの高い周波数、かつ振幅数 10 nm で振動する物体の計測に有効なことが示された。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(15K13996)の助成を受けた。



(a) 780 kHz　　(b) 1.031 MHz

Fig.1 PZT ミラーの振動変位

[1] Y. Tanaka *et. al.*, Meas. Sci. Technol.25, 025202(5pp), 2014.
[2] 木村 他、光波センシング技術研究会予稿集 LST56-29、pp.183-188、2015 年 12 月.
[3] 土屋 他、第 63 回応物春季講演会、20p-H116-20、2016 年 3 月.
[4] Y. Tanaka *et. al.*, CLEO 2016, JTu5A.143, June 7, 2016.

© 2017年 応用物理学会